

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑪ **DE 3429813 A1**

①① Int. Cl. 4:
H02K 21/46

②① Aktenzeichen: P 34 29 813.4
②② Anmeldetag: 14. 8. 84
②③ Offenlegungstag: 27. 2. 86

DE 3429813 A1

⑦① Anmelder:
Landert-Motoren-AG, Bülach, Zürich, CH

⑦④ Vertreter:
Riebling, G., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Riebling, P.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8990 Lindau

⑦② Erfinder:
Zolliker, Karl, Bülach, CH

⑤⑥ Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-PS 11 73 178
DE-AS 22 52 922
DE-OS 34 15 607
AT 1 84 978
GB 20 52 319
EP 43 981
JP-Z: Patents Abstracts of Japan, E-156, Febr.3,
1983, Vol.7, No.27, (57-180359);
JP-Z: Patents Abstracts of Japan, E-161, Dez.21,
1979, Vol.3/No.156, (54-136609);

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Permanent-Synchronmotor mit asynchronem Anlauf**

Bei dem Synchronmotor mit Permanenten-Erregung sind in den Nuten des Rotorblechpaketes ein Kurzschlußkäfig für den asynchronen Anlauf und ferner Nuten für die Aufnahme von stabförmigen Permanentmagneten angeordnet. Die Nuten für die Permanentmagnete sind radial auswärts der Käfigstäbe des Kurzschlußkäfigs im Rotorblechpaket angeordnet und verlaufen mit ihrer Längsachse parallel zur Längsachse der Rotorwelle. Hierdurch ergibt sich ein radial außenliegender, in sich geschlossener Ring als Mantel des Rotors, der in der Lage ist, auch hohe Zentrifugalkräfte aufzunehmen und auf die Rotorwelle einzuleiten.

DE 3429813 A1

PATENTANWÄLTE

DR.-ING. G. RIEBLING

Dipl.-Ing., Ing. (grad.)

DR.-ING. P. RIEBLING

Dipl.-Ing.

Zugelassene Vertreter beim Europäischen Patentamt
Professional Representatives before European Patent Office
Mandataires agréés près l'Office européen des brevets

3429813

Mein Zeichen
L 662-31ku

Bitte in der Antwort wiederholen

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht vom

D-8990 Lindau (Bodensee)
Rennle 10 • Postfach 3160

26. Juli 1984

Betreff:

Anmelder: Firma Landert Motoren AG, CH-8180 Bülach, Schweiz

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Synchronmotor mit permanenter Erregung, bei dem in den Nuten (28) des Rotorblechpaketes (26) ein Kurzschlußkäfig (4) für den asynchronen Anlauf angeordnet ist und ferner Nuten (6) für die Aufnahme von stabförmigen Permanentmagneten (8), dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten (6) für die Aufnahme der stabförmigen Permanentmagnete (8) radial auswärts der Käfigstäbe (3) des Kurzschlußkäfigs (4) im Rotorblechpaket (26) angeordnet sind, und mit ihrer Längsachse (29) parallel zur Längsachse der Rotorwelle (2) verlaufen.

2. Synchronmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagnete (8) in den Nuten (6) des Rotorblechpaketes (26) in Kunststoff-Gießharz eingebettet sind.

Telephon:
* Lindau (0 83 82)
50 25

Telex:
54374(pat-d)
Telegramm-Adresse:
Landert Lindau

Facsimile/Telecopier
Post Lindau
+ (08382) 24222
Gruppen 1 & 2

Bankkonten:
Bayer. Vereinsbank Lindau (B) Nr. 120 8578 (BLZ 735 200 74)
Hypo-Bank Lindau (B) Nr. 6670-278920 (BLZ 733 204 42)
Volksbank Lindau (B) Nr. 51720000 (BLZ 735 901 20)

Postcheckkonto
München 295 2

3. Synchronmotor nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Nuten (6) für die
radial am Umfang verteilt angeordneten Permanentmagnete
(8) jeweils einen zirkularen Abstand (31) aufweisen
5 und daß auf Lücke zwischen den Nuten (6) darunter
liegend jeweils ein Käfigstab (3) des Kurzschlußkäfigs
(4) angeordnet ist.
4. Synchronmotor nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß zur Annäherung einer
10 sinusförmigen Induktion (Kurve 19) im Luftspalt die
magnetischen Pole durch leere Nuten (6) getrennt sind,
(Fig. 6).
5. Synchronmotor nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß zur Annäherung einer
15 sinusförmigen Induktion (Kurve 19) im Luftspalt die
magnetischen Pole durch in die leeren Nuten (6) einge-
schobenen Blechstreifen getrennt sind.
6. Synchronmotor nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß zur Annäherung einer
20 sinusförmigen Induktion (Kurve 19) im Luftspalt die
magnetischen Pole durch unterschiedlich dicke Permanent-
magnete (8,8a) getrennt sind, (Fig. 7).
7. Synchronmotor nach einem der Ansprüche 1 - 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das
25 Material der Permanentmagnete (8,8a) eine Seltene Erd-
Kobalt-Sinterverbindung (SECO) ist.

Permanent-Synchronmotor mit asynchronem Anlauf

Die Erfindung betrifft einen Synchronmotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiger Synchronmotor ist beispielsweise mit dem Gegenstand der FR-PS 7 517 511 oder der Ausführung

5 "SIEMOSYN" der Firma Siemens bekannt geworden.

Bei letzterem Synchronmotor handelt es sich um einen Außenläufer, wobei in den Nuten des Rotors stabförmige Permanentmagnete angeordnet sind. Die Lenkachse dieser Permanentmagneten ist senkrecht zur Längsachse der Rotorwelle und tangential zum Umfang der Rotorwelle gerichtet.

10 Im Querschnitt durch den Rotor liegen also die Permanentmagneten etwa auf einer gleichen Radiuslinie um die Rotorwelle herum. Damit ist jedoch der Nachteil verbunden, daß ein solcher Außenläufermotor nur relativ geringe Drehzahlen bewältigt, nachdem bei höheren Drehzahlen die Zentrifugalkräfte auf die Permanentmagneten so groß werden, daß der Rotor den entstehenden mechanischen Belastungen nicht mehr standhält. Dadurch, daß die Käfigstäbe des Kurzschlußkäfigs nicht gleichmäßig am Umfang des Rotors
15 angeordnet sind, ergibt sich ein ungünstiger asynchroner Anlauf.
20

Die Erfindung hat die Aufgabe, einen Synchronmotor der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß er für wesentlich höhere Drehzahlen geeignet ist.

25 Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist die Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten für die Aufnahme der stabförmigen Permanentmagnete radial auswärts der Käfigstäbe des Kurzschlußkäfigs im Rotorblechpaket angeordnet sind und mit ihrer Längsachse parallel zur

Längsachse der Rotorwelle verlaufen.

Merkmal der Erfindung ist also, daß die Permanentmagnete mit rechteckigem Querschnitt in gleichmässig am Umfang angeordnete, tangential zum Umfang verlaufende, Nuten nahe
5 dem Außendurchmesser des Rotorblechpaketes angebracht werden. Unmittelbar innerhalb der Speichen werden Nuten für die Käfigstäbe des Kurzschlußkäfigs gestanzt.
In diese Nuten wird ein herkömmlicher Kurzschlußkäfig eingebaut, der entsprechenden den Anlaufforderungen dimensioniert
10 ist.

Der sich dadurch am Außenumfang des Rotors ausbildende, durchgehende und den Rotor vollständig umschließende, Ring fängt die in den Nuten auftretenden und radial nach außen wirkenden Zentrifugalkräfte der Permanentmagnete in idealer
15 Weise auf und leitet diese Kräfte über die Speichen (das ist der Zwischenraum zwischen den Käfigstäben in der jeweiligen Rotorlamelle) auf die Rotorwelle ein.

Der Ring und die Speichen werden in Bezug auf gute Materialausnutzung und auf gute magnetische und mechanische Anforderungen dimensioniert.
20

Vorteilhaft werden die Permanentmagnete in den Nuten in Zweikomponenten-Harz eingebettet, so daß sich hierdurch ein homogener, kräftesymmetrischer Rotorkörper bildet, der in der Lage ist, außerordentlich hohe Zentrifugalkräfte aufzunehmen.
25 Die zulässige Drehzahl des erfindungsgemässen Synchronmotors ist daher gegenüber bekannten Synchronmotoren wesentlich steigerbar.

Durch Wahl verschieden dicker Permanentmagnete oder durch Weglassen derartiger Permanentmagnete in bestimmten Nuten
30 im Rotorblechpaket kann eine Sinus-Feldverteilung angenähert werden. Diese Bauart erlaubt Verwendung von einfachen Stanzwerkzeugen im Einzelnut-Verfahren.

Als Material für die Permanentmagnete wird eine Seltene Erde-Kobalt-Sinterverbindung (SECO) bevorzugt, weil derartige Magnete in der stabförmigen Bauart günstiger sind als Keramik-Magnete, da sie einen relativ kleinen Abstand
5 Luftspalt-Käfig benötigen. Das asynchrone Anlaufmoment ist dadurch besser.

Um einen genügenden Magnetfluß bzw. Induktion B im Luftspalt zu erhalten, muß die Magnetfläche möglichst der Polfläche entsprechen. Die Dicke der Permanentmagnete
10 richtet sich nach der benötigten Feldstärke H. Für optimale Verhältnisse muß noch der Formfaktor berücksichtigt werden. Evtl. ist für die günstigste Lösung nicht der ganze Polbogen zu belegen.

15 Die Käfigstäbe des Kurzschlußkäfigs können auch in einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung zwischen dem Permanentmagneten auf gleichem Teilkreis angeordnet werden, was allerdings auf Kosten der Magnete bzw. des erreichbaren Flusses geht. Zusätzlich ergeben sich Probleme
20 beim Verlöten der Käfigstäbe zu einem geschlossenen Kurzschlußkäfig und darüber hinaus ist der Einbau der Permanentmagnete schwieriger. Obwohl diese Lösung also nicht optimal ist, soll sie vom vorliegenden Erfindungsgedanken umfasst sein.

25 Die genaue Form der Käfigstäbe , welche radial einwärts hinter den Permanentmagneten angeordnet sind und deren Lage (entweder auf Lücke mit den Permanentmagneten oder auf einem gleichen Radiusstrahl) ist nur bezogen auf die zulässige Induktion im verbleibenden Eisenquerschnitt von
30 Bedeutung.

In einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, statt der Einbettung der Permanentmagneten in Gießharz im Bereich der Nuten im Rotorblechpaket diese mit Alu zu vergießen.

Die Permanentmagnete müssten dann nach diesem Arbeitsgang am fertigen Rotor magnetisiert werden.

Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander.

Alle in den Unterlagen offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung werden als erfindungswesentlich beansprucht-soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungswege darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

Es zeigen:

Figur 1: schematisiert gezeichnete Ansicht eines Rotors nach der Erfindung,

Figur 2: Teildraufsicht auf eine Rotorlamelle nach der Erfindung,

Figur 3: teilweiser Längsschnitt durch einen Rotor nach der Erfindung mit Darstellung des Eingießens der Permanentmagnete ,

Figur 4: Diagramm Drehmoment-Drehzahl beim Hochlauf eines Synchronmotors nach der Erfindung,

Figur 5: schematisiert gezeichnete Darstellung der Induktion im Luftspalt , gemessen über den Drehwinkel bei in die Ebene abgewickelter Rotor,

Figur 6: gleiche Darstellung wie Figur 5 mit veränderter Rotorbestückung,

Figur 7: gleiche Darstellung wie Figur 5 und Figur 6 mit nochmals geänderter Rotorbestückung.

- 5 Bei dem in Figur 1 gezeigten Rotor 1 ist das Rotorblechpaket 26, welches aus einzelnen Rotorlamellen 27 (Figur 2) besteht, drehfest mit der Rotorwelle 2 verbunden. Im Rotorblechpaket 26 sind Nuten 28 (Figur 2) für den Einsatz von Käfigstäben 3 eines Kurzschlußkäfigs 4 angeordnet.
- 10 Radial auswärts der Nuten 28 für den Einsatz der Käfigstäbe 3 sind die Nuten 6 für das Einschieben im Querschnitt rechteckförmiger Permanentmagnete 8 vorgesehen.

- Die Längsachsen 29 der Nuten 6 verlaufen parallel zur Längsachse der Rotorwelle 2 und haben einen gegenseitigen, zirkularen Abstand 31.
- 15

Der besseren Übersichtlichkeit halber ist in Figur 1 eine Nut 6 aufgeschnitten dargestellt, so daß sichtbar ist, daß mehrere gleichartige Permanentmagnete 8 hintereinanderliegend in die jeweilige Nut 6 eingeschoben sind.

- 20 Die Nuten sind von der Stirnseite 5 des Rotors 1 her in das Rotorblechpaket 26 eingebracht und in Richtung zum äußeren Mantel 7 geschlossen, so daß dieser Mantel 7 durch einen umlaufenden, insich geschlossenen Ring 30 gebildet wird, welcher die von den Permanentmagneten 8 radial aus-
- 25 wärts weisende Zentrifugalkraft aufnimmt und über die einzelnen Rotorlamellen 27 des Rotorblechpaketes 26 auf die Rotorwelle 2 überträgt.

Figur 3 zeigt die Einbettung der Permanentmagnete 8 in den zugeordneten Nuten 6 des Rotorblechpaketes 26.

Hierbei wird bei aufrecht stehendem Rotor 1 an der unteren Stirnseite ein Formstück 10 mit einem innenliegenden Dichtungsring 12 befestigt, der verhindert, daß das oben in die Nut 6 eingegossene Gießharz 11 unten herausläuft.

- 5 Das obere Formstück 9 umschließt die obere Stirnseite 5 des Rotorblechpaketes 26, so daß das Gießharz 11 aus einem geeigneten Behälter leicht in die nach oben offene Nut 6 eingegossen werden kann, in der bereits schon hintereinander liegend mehrere gleichartige Permanentmagnete 8 angeordnet
10 sind.

- Um einen genügenden Durchfluß des Kunstharzes in der Nut 6 um die Permanentmagnete 8 herum zu erreichen, wird dieses vorteilhaft auf etwa 120° C erwärmt und dann erst eingegossen. Nach der Erwärmung härtet es aus, so daß sich ein Rotor hoher
15 mechanischer Festigkeit ergibt, der auch in der Lage ist, hohe Zentrifugalkräfte aufzunehmen. Die Permanentmagnete 8 weisen hierbei ein Spiel von vorteilhaft ca. 0,1 mm in der Nut 6 auf, um ein Vorbeifließen des Kunstharzes zu gewährleisten.

- 20 In der Figur 4 ist der prinzipielle Hochlauf eines Synchronmotors nach der Erfindung mit Kurzschlußkäfig und Permanentmagnet-Erregung gezeigt.

- Vom Stillstand in Position 13 ausgehend besteht ein Pendel-
moment, wie bei Position 14 über dem mittleren Hochlaufmoment
25 angedeutet.

Bei Position 17 ist der Punkt erreicht, ab welchem Synchronisierung erfolgt; dieser Punkt hängt vom Lastdrehmoment und von der Schwungmasse ab. Im Bereich der vertikalen Geraden 18 ist das synchrone Drehmoment mit der Drehzahl n_s

erreicht.

Die Figur 5 zeigt den einfachsten Fall einer Feldverteilung, nämlich den einer rechteckigen Feldverteilung 20, die dadurch erreicht wird, daß in der Abwicklung die Magnetanordnung 23
5 so getroffen ist, daß auf eine Reihe gleich starker Permanentmagnete, wie z.B. oben liegender Nord-Polung, eine gleiche Reihe gleich starker Permanentmagnete mit oben liegender Süd-Polung folgt.

Die im Idealfall gewünschte sinusförmige Kurve 19 wird hier-
10 durch nur ungenügend angenähert.

Eine bessere Annäherung einer sinusförmigen Kurve 19 zeigt das Ausführungsbeispiel nach Figur 6, wo an bestimmten Stellen Nuten 6 leer bleiben, d.h. nicht mit Permanentmagneten 8 besetzt sind. In der schematisiert gezeichneten
15 Magnetanordnung 24 ist an dieser Stelle eine 0 eingetragen.

Die sich daraus ergebende rechteckförmige Feldverteilung 21 zeichnet sich dadurch aus, daß im Bereich der 0-Durchgänge der sinusförmigen Kurve 19 die magnetische Induktion B im Bereich der Lücke 22 gleich 0 ist. Die rechteckförmige
20 Feldverteilung 21 wird also über den Drehwinkel gesehen schmaler.

Die Figur 7 zeigt als weiteres Ausführungsbeispiel eine noch bessere Annäherung der Feldverteilung 32 an die sinusförmige Kurve 19. Die Magnetanordnung 25 ist so getroffen,
25 daß im Bereich des Null-Durchgangs der Kurve 19 Permanentmagnete 8a halber Dicke in die zugeordnete Nut 6 eingebaut ist, was im Schaubild mit dem Symbol N-2 und S-2 schematisiert dargestellt ist.

Die Magnetanordnung 25 nach Figur 7 kann in einem weiteren
30 Ausführungsbeispiel auch mit der Magnetanordnung 24 nach Figur 6 kombiniert werden.

ZEICHNUNGS-LEGENDE

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1 Rotor | 31 Abstand |
| 2 Rotorwelle | 32 Feldverteilung (Fig.7) |
| 3 Käfigstab | |
| 4 Kurzschlußkäfig | |
| 5 Stirnseite | |
| 6 Nut | |
| 7 Mantel | |
| 8 Permanentmagnet 8a | |
| 9 Formstück | |
| 10 Formstück | |
| 11 Gießharz | |
| 12 Dichtungsring | |
| 13 Position | |
| 14 " | |
| 15 Linie | |
| 16 Linie | |
| 17 Position | |
| 18 Vertikale | |
| 19 Kurve (Sinus) | |
| 20 Feldverteilung (Fig. 5) | |
| 21 Feldverteilung (Fig. 6) | |
| 22 Lücke | |
| 23 Magnetanordnung (Fig. 5) | |
| 24 Magnetanordnung (Fig. 6) | |
| 25 Magnetanordnung (Fig. 7) | |
| 26 Rotorblechpaket | |
| 27 Rotorlamelle | |
| 28 Nut (Käfigstab 3) | |
| 29 Längsachse (Nut 6) | |
| 30 Ring | |

²M.
- Leerseite -

- 17 -

Nummer:	34 29 813
Int. Cl. 4:	H 02 K 21/46
Anmeldetag:	14. August 1984
Offenlegungstag:	27. Februar 1986

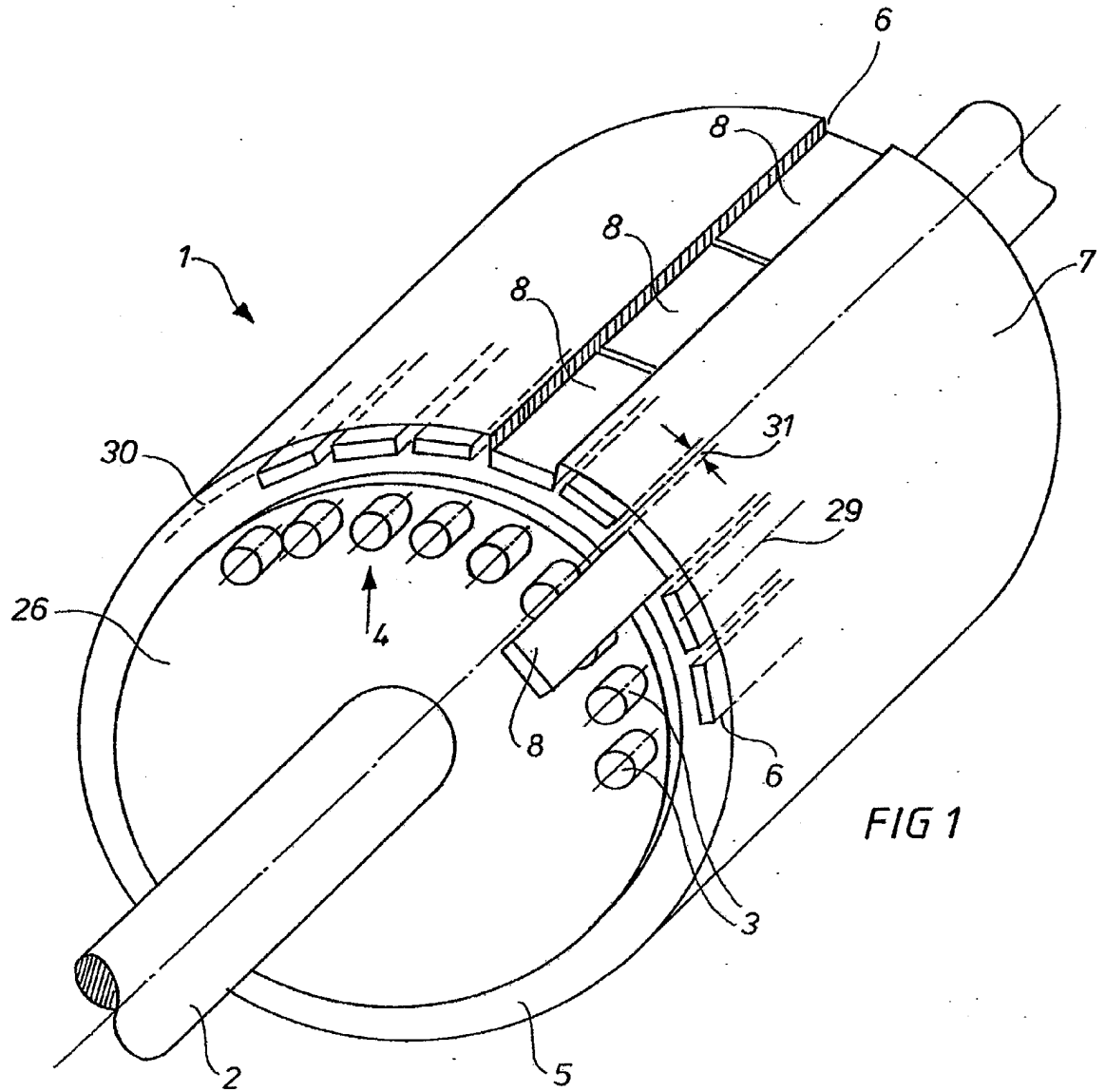


FIG 1

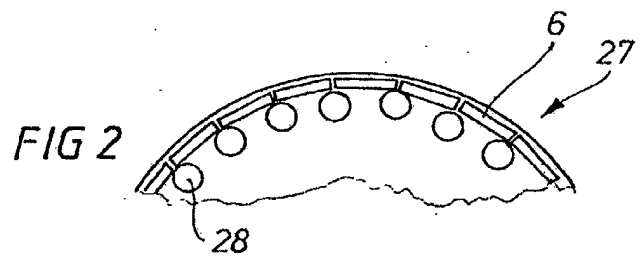
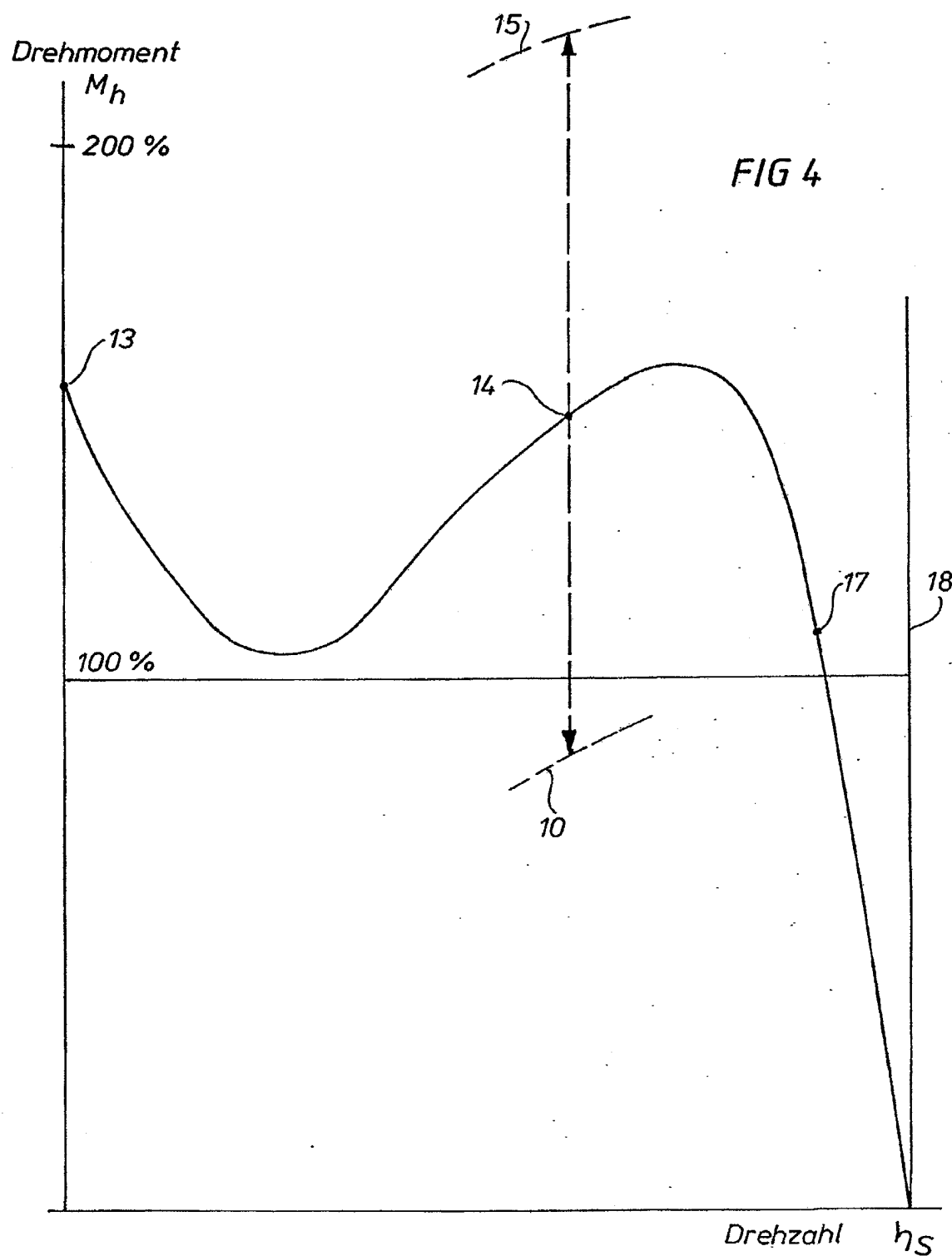


FIG 2

L 662

-13-



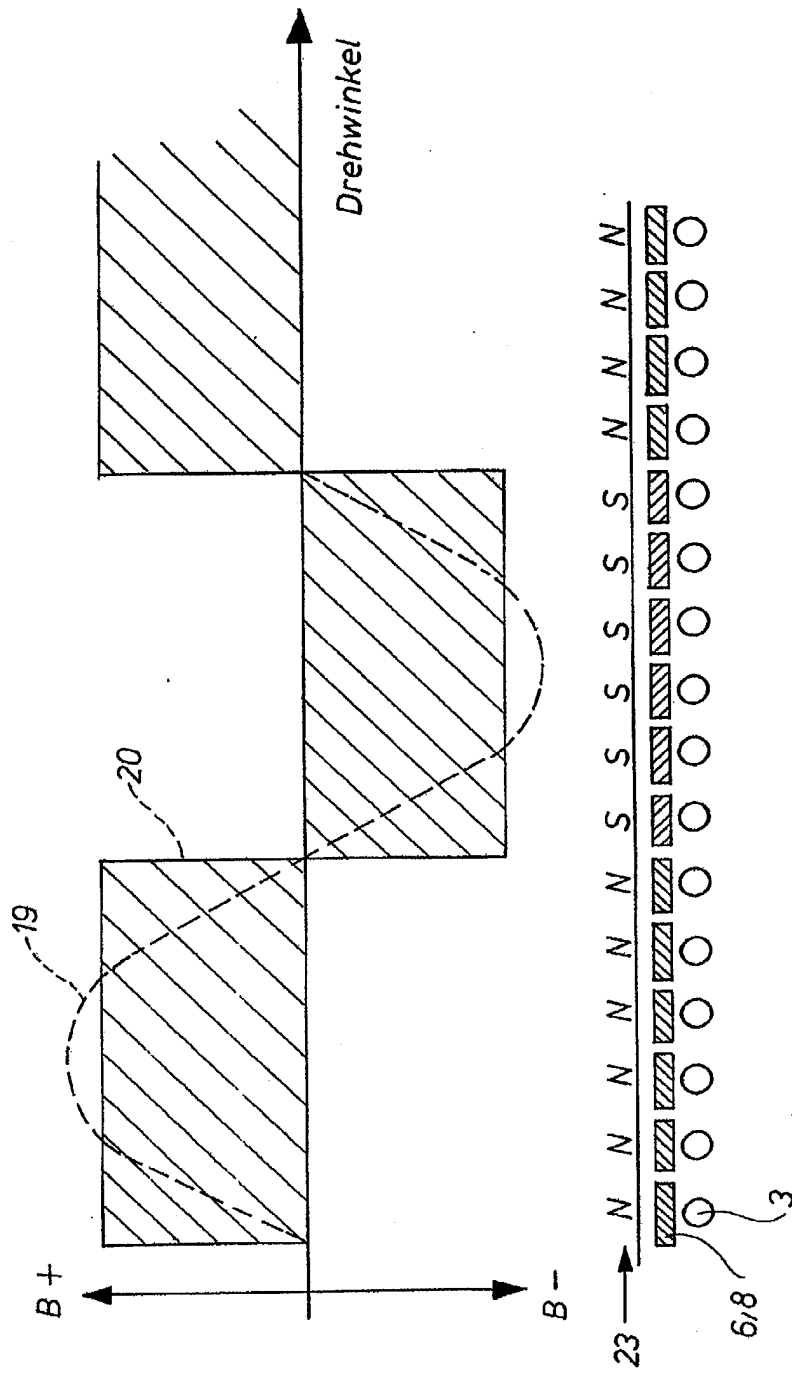
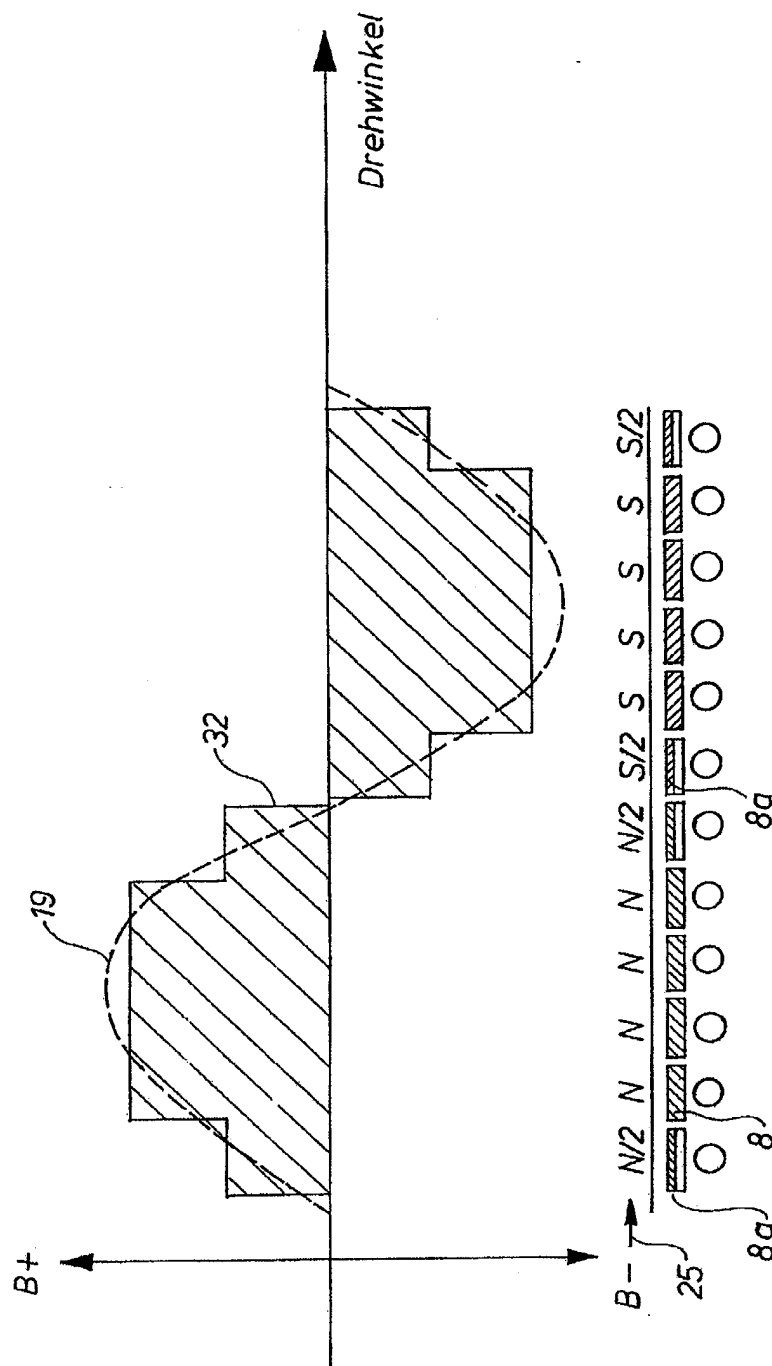


FIG 7



L 662